Efectis France
Espace Technologique
Bâtiment Apollo
Route de l'Orme des Merisiers
F-91193 Saint-Aubin
Tél : 33 (0)1 60 13 83 80

RAPPORT D'ÉTUDE

Référence : 20-000139-RTH
Affaire : 20-000017-ME

INGENIERIE INCENDIE APPLIQUEE AU DIMENSIONNEMENT DES BESOINS EN EAU DU PROJET LISI AEROSPACE « FORGE 2022 » A CHAUMONT (52)

NOTE DE SYNTHESE

Client demandeur	Lisi Aerospace
Référence et date de commande	Bon pour accord du 09/01 sur proposition Efectis 20-000011-RTh
Projet	Forge 2022

Date : 04 mars 2020
Indice de révision : A
Nombre de pages : 51

Auteur :
Raphaël THIERY

SUIVI DES MODIFICATIONS

Indice de révision	Date	Modifications
A	04/03/2020	Version initiale

Ce document annule et remplace toutes les versions précédentes

SOMMAIRE

1. Introduction 5

2. Documents de référence 5

2.1.Documents transmis par le demandeur 5

2.2.Textes réglementaires 5

2.3.Normes 5

2.4.Référentiels 5

3. Description de l'ouvrage concerné par l'étude 6

4. Méthodologie proposée 8

4.1.Problématique 8

4.2.Démarche proposée 8

5. Présentation de la zone parachèvement et finitions 9

5.1.Vues en plan et dimensions 9

5.2.Activités réalisées 10

5.3.Isolement 10

5.4.Dispositions constructives 11

5.5.Moyens de secours 11

5.6.Principales mesures de prévention du risque incendie 12

5.7.Organisation des postes de travail 12

6. Analyse de risque incendie 13

6.1.Scénarios de départ de feu identifiés et risques de propagation possibles 13

6.1.1.Zone finition 13

6.1.1.1. Sources d'ignition 13

6.1.1.2. Combustibles 13

6.1.1.3. Scénarios 13

6.1.2.Zone procédés spéciaux 15

6.1.2.1. Sources d'ignition 15

6.1.2.2. Combustibles 15

6.1.2.3. Scénarios 15

6.1.3.Zone support 16

6.2.Evaluation du potentiel calorifique 17

6.2.1.Zone finition 17

6.2.1.1. Postes d'usinage 17

6.2.1.2. Estimation pour un poste travail de type bain de Wadis 17

6.2.1.3. Estimation pour un îlot de bureau de la zone de production 18

6.2.1.4. Synthèse zone finition 18

6.2.2.Zone « Procédés spéciaux » 18

6.2.3.Zone « Support » 18

6.3.Evaluation du débit calorifique et de la cinétique de développement de feu 18

6.4.Durée de feu théorique 19

6.5.Evaluation du scénario incendie majorant 21

6.6.Impact sur le dimensionnement des besoins en eau 25

6.7.Flux thermiques 25

7. Conclusion 30

ANNEXE A Postes de travail existants 31

A.1 Finition 31
A.2 Procédés spéciaux 42
ANNEXE B Calcul des flux thermiques rayonnés 46
B.1 Objet46
B.2 Calculs des dimensions des flammes pour le scénario majorant 46
B.2.1 Zone « Procédés spéciaux » 47
B.2.2 Zone « Support » 47
B.3 Flux en fonction de la distance 48
B.3.1 Zone « Procédés spéciaux » 49
B.3.2 Zone « Support » 50
B.4 Synthèse 51

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale

1. INTRODUCTION

Lisi Aerospace prévoit de déménager et étendre son site de production de Bologne (Haute-Marne 52000) dans un nouveau qui sera situé à Chaumont.

Ce projet est dénommé Forge 2022. Il comprend la réalisation d'un bâtiment de 24 000 m² sur un terrain de 10 ha. Les équipements de production seront pour l'essentiel transférés depuis le site existant.

Dans le cadre de la préparation du dossier de demande d'autorisation d'exploiter et d'un échange initial avec le SDIS 52, une contradiction est apparue sur le calcul D9 des besoins en eau. Le besoin estimé pour la zone majorante est en effet supérieur au débit maximum de 360 m^3/h défini dans le règlement départemental de défense extérieure contre l'incendie.

Aussi il est demandé de réaliser une analyse de risque incendie permettant de préciser les besoins réels en eau d'extinction, en fonction de la configuration spécifique du bâtiment.

Efectis se propose de répondre à cette demande en tant que laboratoire et bureau d'étude spécialiste en sécurité incendie et promoteur de l'ingénierie de sécurité incendie.

Ce document présente la synthèse de cette analyse.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

2.1. DOCUMENTS TRANSMIS PAR LE DEMANDEUR

[1] Forge 2022 – Cahier des charges. Mission « Scénario Incendie Majorant». Révision R00, daté du 20/12/2019

[2] Document GSE. Plan de masse. GSE F2022 NBAT DRW 01 MASSE archi 200129

[3] Plan des niveaux :

- Document GSE. Vue en plan RDC. GSE F2022 NBAT DRW 04 RDC archi 200128
- Document GSE. Vue en plan R+1. GSE F2022 NBAT DRW 05 R+1 archi 200124

[4] Coupes réf. GSE F2022 NBAT DRW 6 R01

[5] Note INGEA « Préparation réunion SDIS » du 05/12/2019

[6] Document GSE. Repérage emplacements pompiers. GSE F2022 NBAT DRW 45 R02. Daté du 24/01/2020

2.2. TEXTES REGLEMENTAIRES

[7] Arrêté du 15 décembre 2015 fixant le référentiel national de la défense extérieure contre l'incendie. NOR: INTE1522200A

2.3. NORMES

[8] NF EN 1991-1-2 (juillet 2003) : "Eurocode 1 : actions sur les structures. - Partie 1-2 : actions générales. - Actions sur les structures exposées au feu" conjointement avec son annexe nationale objet de la norme NF EN 1991-1-2/NA (février 2007)

2.4. REFERENTIELS

[9] Référentiel national de la défense extérieure contre l'incendie. Annexe de l'arrêté [7]

[10] Défense extérieure contre l'incendie. Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau. D9. Édition 09.2001.0 (Septembre 2001)

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale

3. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE CONCERNE PAR L'ETUDE

Le projet Forge 2022 consiste en la relocalisation à Chaumont d'une partie des activités réalisées sur le site existant de Bologne (52). Pour la première tranche, le bâtiment de 24 000 m² est présenté ci-dessous. Il accueillera 480 personnes.

Le bâtiment comportera différentes zones telles que représentées sur la figure ci-après :

- Préparation ;
- Forge ;
- Traitement de surface ;
- Finition ;
- Supports ;
- Procédés spéciaux.

Hormis la zone support sur deux niveaux, le bâtiment est en RDC.

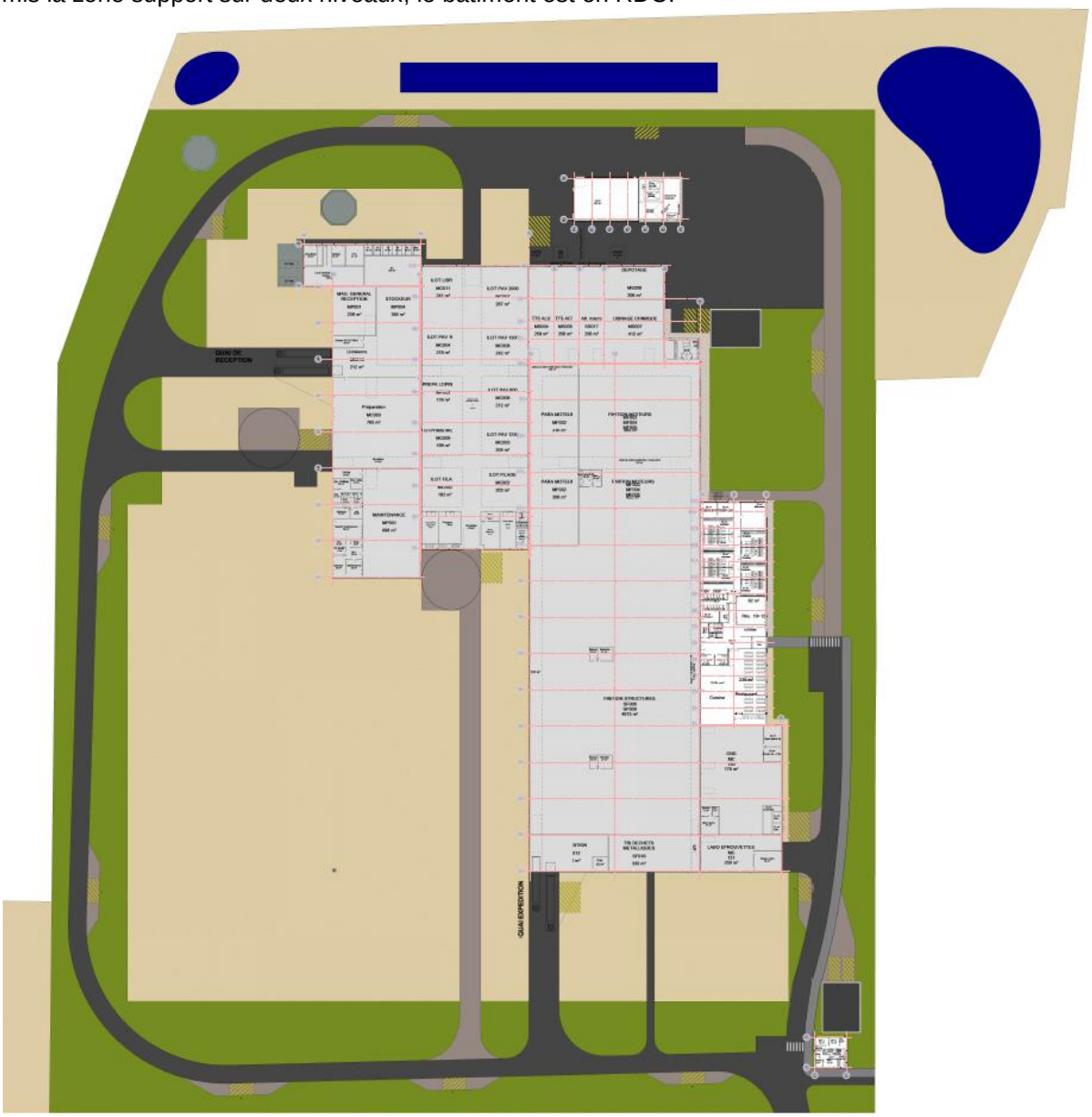

Figure 3-1 : Plan de masse

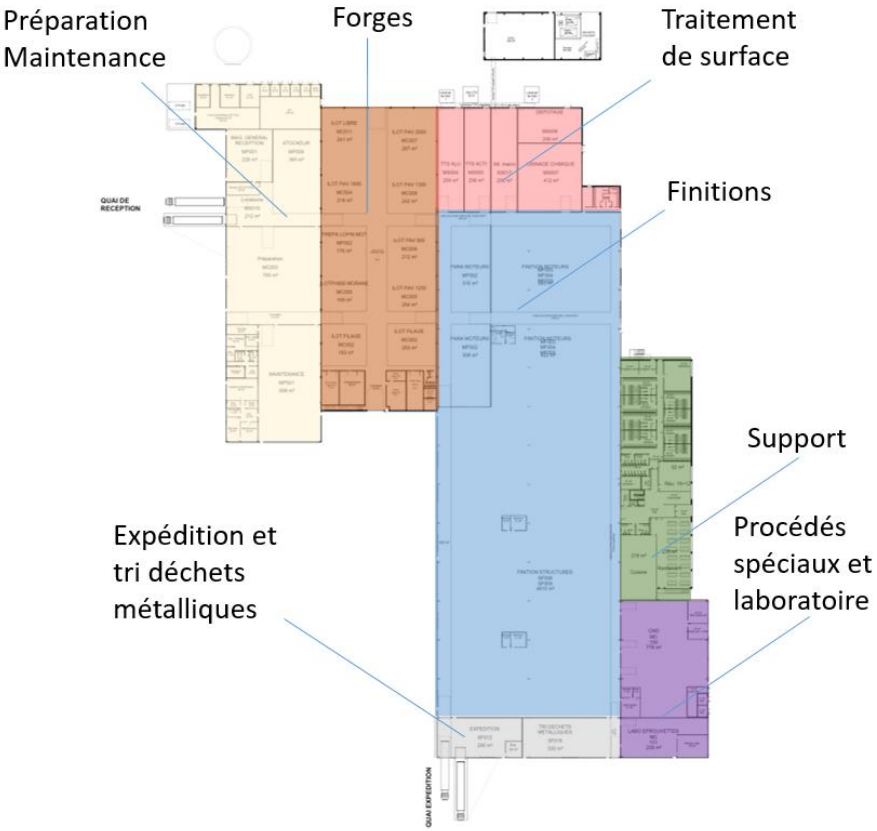

Figure 3-2 : Principales zones du bâtiment

4. METHODOLOGIE PROPOSEE

4.1. PROBLEMATIQUE

Le dimensionnement initial des besoins en eau a été réalisé conformément à la règle APSAD D9 [10].

Le calcul [5] a été réalisé pour les 3 zones les plus significatives :

- Local TTS le plus grand (murs coupe-feu séparatifs entre locaux)
- Local forges
- Local parachèvement et finition

Il conduit au dimensionnement suivant :

- TTS (surface prise en compte 411 m²) : 25 m³/h ;
- Forges (surface prise en compte 2983 m²) : 110 m³/h
- Parachèvement et finitions (surface prise en compte 9485 m²) : 400 m³/h

Le dimensionnement des besoins en eau de 400 m³/h pour la zone parachèvement et finitions est alors supérieur au débit de 360 m³/h fixé selon le règlement départemental.

Le dimensionnement selon la règle APSAD D9 tient compte principalement de la surface maximale non recoupée. Dans le cas de la zone parachèvement et finitions, la surface maximale non recoupée étant importante, la règle forfaitaire conduit ici à une incohérence.

Un dimensionnement tenant compte d'une analyse des risques incendie réels est alors demandé pour cette zone.

Il est rappelé que le référentiel national de défense extérieure contre l'incendie [10] n'impose pas le recours à la règle APSAD D9, en particulier pour les bâtiments classés ICPE. Il en est de même pour le règlement départemental, qui la règle D9 à titre de référence sans toutefois l'imposer.

4.2. DEMARCHE PROPOSEE

En alternative au dimensionnement forfaitaire APSAD D9, il est proposé pour la zone « parachèvement et finitions » de réaliser les actions suivantes :

- Identifier les scénarios incendie possibles ;
- Déterminer le potentiel calorifique moyen ;
- Déterminer le débit calorifique et la durée du feu pour les zones considérées ;
- Déterminer la surface maximale des zones susceptibles d'être en feu simultanément (scénario majorant) ;
- Déterminer les besoins en eau d'extinction associés au scénario majorant.

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale

5. PRESENTATION DE LA ZONE PARACHEVEMENT ET FINITIONS

5.1. VUES EN PLAN ET DIMENSIONS

La zone parachèvement et finition est la zone figurant en bleu sur le plan APS ci-dessous. Ses dimensions sont les suivantes : largeur 57 m, longueur 156 m et de hauteur > 8,5 m. La zone finition est décomposée en différentes sous-zones « para moteurs, finitions moteurs, finitions structures). Il s'agit néanmoins du même volume.

Figure 5-1 : Vue en plan RDC centré sur la zone finition en bleu

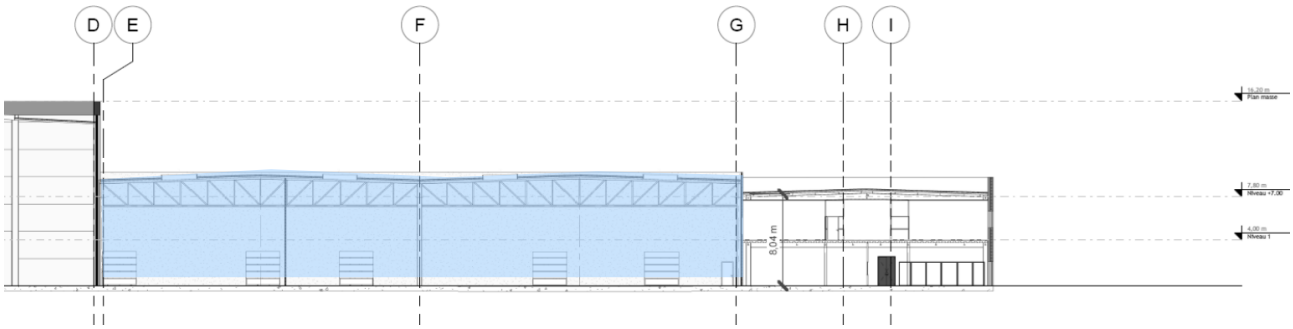

Figure 5-2 : Vue en coupe sur la zone finition

5.2. ACTIVITES REALISEES

Les activités réalisées dans cette zone sont les suivantes :

- Usinage de pièces (alliages d'aluminium, titane, magnésium, acier, etc.) ;
- Parachèvement (polissage, grenaillage, tribo-finition) ;
- Contrôles dimensionnel et contrôles en laboratoires (dans le bâtiment attenant procédé spéciaux) ;

Les photos présentées en Annexe montrent la nature des postes de travail qui seront transférés depuis le site existant de Bologne vers le site Forge 2022.

La réglementation applicable pour la zone est la rubrique ICPE 2560 (Travail mécanique des métaux et alliages), ainsi que les dispositions applicables du code du travail.

5.3. ISOLEMENT

La zone finition est isolée par un mur coupe-feu REI 120 séparant :
- La zone Forge d'une part ;
- La zone TTS-UC d'autre part.

La zone finition d'environ 8900 m² communique par des parois non résistantes au feu avec :
- D'une part, le bâtiment « Supports » sur deux niveaux RDC et R+1, soit 2 x 1500 m², comportant des vestiaires et un restaurant d'entreprise au RDC et des bureaux au R+1 ;
- D'autre part, le bâtiment « Procédé spéciaux » en RDC, soit 1300 m², dans lequel sont réalisées les activités de contrôles dimensionnel et contrôles en laboratoire.

Les zones expédition (290 m²) et tri déchets métalliques (330 m²) sont isolées de la zone finition par un mur EI 120 (murs en maçonnerie).

La surface maximale non recoupée du projet est donc de 12580 m².

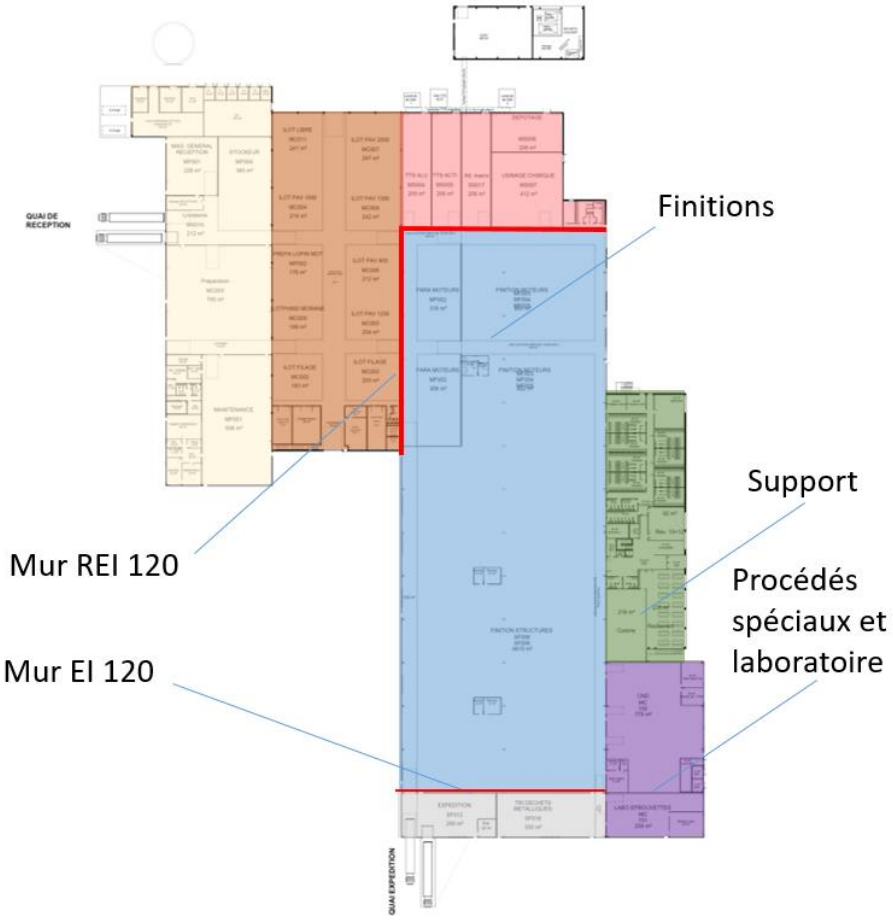

Figure 5-3 : Murs résistants au feu autour de la zone finition

5.4. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Les structures de la zone finition et des locaux attenants n'ont pas de requis en termes de stabilité au feu.

Les isolants de murs et toiture sont à base de laine minérale.

La zone finition est désenfumée naturellement (exutoires pour une surface utile de 2 %).

5.5. MOYENS DE SECOURS

La zone est équipée d'un système de détection automatique d'incendie, d'extincteurs portatifs mobiles et de RIA.

Une équipe de 2ème intervention formée à la lutte incendie, notamment sur les feux de métaux, est présente sur site.

Une présence humaine est prévue 24h/24 au poste de garde.

Le site dispose de poteaux incendie répartis autour du bâtiment et de deux bâches utilisées comme réserve d'eau incendie pour les secours.

Les personnels sont sensibilisés aux risques de feux de métaux. En cas de départ de feu impliquant des fines et copaux de métaux, le risque d'incompatibilité avec l'eau est connu (risque de dégagement d'hydrogène,

d'explosion et de propagation de matériaux incandescents en cas d'utilisation d'un RIA ou d'un extincteur à eau). Les personnels sont formés à l'utilisation d'extincteurs pour feu de métaux notamment.

5.6. PRINCIPALES MESURES DE PREVENTION DU RISQUE INCENDIE

Les principales dispositions suivantes seront mises en œuvre en termes de prévention du risque incendie dans la zone finition :

- La production n'est réalisée que sous la surveillance de personnels.
- Les machines seront toutes sur rétention individuelle ;
- Pour l'usinage des pièces, le liquide de coupe comporte 10 % d'huile et n'est pas inflammable ;
- Les fûts d'huile de lubrification machine présents dans les ateliers sont sur rétention ;
- Les métaux sont traités séparément pour éviter les incompatibilités entre copeaux et fines de différents alliages ;
- Les fines et copeaux sont nettoyés régulièrement autour des postes de travail pour éviter toute accumulation ;
- Certains dispositifs de dépoussiérage sont ATEX. Les filtres des aspirateurs et des dépoussiéreurs sont installés en extérieur lorsque cela est possible, ;
- Il n'y a pas de stockage de matériaux de conditionnement au niveau des postes de travail, seul le stock tampon journalier est présent ;
- Les équipements électriques haute tension sont installés en dehors de la zone étudiée.

5.7. ORGANISATION DES POSTES DE TRAVAIL

Le plan d'implantation des postes de travail dans la zone n'est pas disponible à ce jour. Les postes de travail présentés en Annexe seront transférés dans le nouveau bâtiment.

Les différents postes de travail sont séparés par des allées de circulation personnel et matériel. Des îlots de bureaux vitrés sont également présents au sein des zones de production.

Les pièces sont conditionnées en caisses en bois ou en caisses plastique sur palettes. La manutention est réalisée entre postes de travail par des transpalettes électriques (pas de chariots élévateurs), et au sein du poste de travail via des palans pour les charges lourdes.

Seul l'en-cours nécessaire à la production est présent au niveau d'un poste de travail. Une zone de stockage des produits de conditionnement (caisses, palettes, etc.) est prévue sur le site, en dehors de la zone finition.

La distribution électrique est réalisée par voie aérienne au sein du bâtiment (pas de galerie technique). Une armoire électrique est présente au niveau de chaque poste de travail (puissances de quelques kW à quelques dizaines de kW). Les postes haute tension et TGBT sont hors de la zone étudiée.

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale

6. ANALYSE DE RISQUE INCENDIE

L'analyse de risque incendie est principalement déduite de la visite sur le site existant de Bologne, réalisée le 14/01/2020. Les photos de différents postes de travail existants qui seront transférés sur le nouveau site sont présentées en Annexe.

6.1. SCENARIOS DE DEPART DE FEU IDENTIFIES ET RISQUES DE PROPAGATION POSSIBLES

6.1.1. Zone finition

Les postes de travail de la zone finition sont présentés au § A.1.

6.1.1.1. Sources d'ignition

Les sources d'ignition d'un départ de feu identifiées dans la zone sont possiblement liées à :

- Un défaut d'origine électrique ou électrostatique ;
- Un échauffement ou un point chaud au cours du procédé (situation non-nominale) ;
- Une incompatibilité entre matériaux (réaction entre métaux sous forme de fines) ;
- Un acte d'imprudence ou de malveillance ;
- Etc.

6.1.1.2. Combustibles

Dans la zone finition, les combustibles susceptibles de participer au développement d'un départ de feu sont principalement :

- Les matériaux de conditionnement mis en œuvre autour des postes de travail (caisses bois ou plastiques, intercalaires, cartons, etc.) ;
- Certains alliages sous forme de fines et copeaux. Les copeaux d'usinage sont entreposés en bacs métalliques ;
- Les équipements électriques présents dans les machines ou pour l'alimentation électriques de celles-ci (armoires et coffrets, câbles, etc.) ;
- L'huile de lubrification des centres d'usinage et de certaines machines tournantes (huile combustible, contrairement à l'huile de coupe qui elle n'est pas combustible). Le volume d'huile machine mis en jeu sur les plus grosses machines d'usinage est < 100 l (contre près de 400 l d'huile de coupe) ;
- Les petits équipements sur les postes de travail et dans les îlots de bureaux ;
- Les liquides combustibles : certaines pièces en aluminium sont trempées dans un bain de liquide lubrifiant dit bain « Wadis ». Il s'agit d'un lubrifiant dont le point d'éclair est à 65 °C. La quantité de liquide est de 500 l. Un seul poste de travail est concerné ;
- Etc.

6.1.1.3. Scénarios

Les scénarios de départ de feu identifiés pour cette zone sont les suivants :

Type de départ de feu identifié	Analyse du risque de propagation
Départ de feu sur un poste de travail dans un coffret ou une armoire électrique, un équipements électrique ou électromécanique.	Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée du fait de l'intensité insuffisante du départ de feu et du manque de combustibles relais.

Type de départ de feu identifié	Analyse du risque de propagation
Départ de feu sur un poste de travail, participation de l'huile machine (présence d'huile combustible dans les carters machine pour la lubrification des pièces tournantes)	Feu d'huile possible dans la rétention machine. Développement de feu entravé par oxy-privation dans la rétention du fait des capotages. Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée du fait de l'intensité insuffisante du départ de feu et du manque de combustibles relais.
Départ de feu impliquant le liquide combustible d'un bain « Wadis »	Surface de feu limitée à la surface libre du bain (< qq m² lorsque les capotages sont ôtés). Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu écartée si la rétention reste intègre.
Départ de feu dans un bac de copeaux (feu de métal)	Feu de métaux dans le bac de recueil de copeaux. Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Il est supposé que le départ de feu est traité par un agent extincteur adapté et que l'eau n'est pas employée (pas de protection de matériau incandescent à distance au fait de l'agent extincteur utilisé). Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée en raison du manque de combustibles relais.
Départ de feu impliquant des matériaux de conditionnement (palettes bois, caisses bois, caisses plastiques, intercalaire carton, etc.)	Petit feu localisé. Charges calorifiques impliquées limitées, hormis pour les caisses plastiques pouvant donner lieu à un feu en nappe après inflammation complète. Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée du fait de l'intensité insuffisante du départ de feu et du manque de combustibles relais.
Départ de feu impliquant des petits matériels sur un poste de travail (Papier, matières plastiques, informatique, écrans, etc.)	Petit feu localisé. Charges calorifiques impliquées limitées. Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée du fait de l'intensité insuffisante du départ de feu et du manque de combustibles relais.
Départ de feu dans une zone bureau au sein de la zone finition (îlot vitré)	Généralisation possible du départ de feu à l'îlot vitré. Propagation possible du feu aux postes de travail voisins. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée du fait de l'intensité insuffisante du départ de feu et du manque de combustibles relais
Départ de feu sur une installation de dépoussiéreurs (filtres, etc.)	Feu de métaux / graisses. Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée du fait de l'intensité insuffisante du départ de feu et du manque de combustibles relais.

Tableau 6-1 : Scénarios identifiés pour la zone finition

Nota : L'analyse du risque de propagation se rapporte à la propagation d'une zone de combustion vive importante au-delà la zone du départ de feu initial, en cas d'échec de la lutte contre le feu par le personnel. Il

est à noter que les fumées sont susceptibles de propager dans l'ensemble du volume non recoupé et de causer des dommages aux équipements de production.

Les scénarios identifiés tiennent compte des dispositions de prévention mises en évidence au préalable. En particulier, il n'est pas pris en compte de propagation d'un feu de métaux au sein d'un atelier qui comporterait de grande quantité de fines et copeaux au sol autour d'un poste de travail (cette situation ne se rencontre pas au sein du site existant), ou de propagation d'un départ de feu du fait d'un incompatibilité eau-feu de métal (les personnels sont formés).

6.1.2. Zone procédés spéciaux

La zone « procédés spéciaux » comprend la zone de contrôles dimensionnels, de contrôles non-destructifs, de préparation des éprouvettes, et un laboratoire. Les équipements et postes de travail transférés depuis le site existant sont présentés au § A.2.

6.1.2.1. Sources d'ignition

Les sources d'ignition sont identiques à celles identifiées pour la zone finition.

On trouve également les risques d'ignition liés à l'activité de laboratoire (incompatibilité acide – base par exemple).

6.1.2.2. Combustibles

Les combustibles susceptibles de participer au développements du feu sont principalement :

- Les petits équipements sur les postes de travail et dans les bureaux du laboratoire ;
- Les bains de liquide de ressuage (4 x 500 l). Un liquide combustible est mis en œuvre pour les contrôles non-destructifs par ressuage. Les pièces sont trempées dans un bain fluorescent. Le liquide est un produit combustible dont le point d'éclair est compris en 90 et 100 °C ;
- Les matériaux de conditionnement (caisses bois ou plastiques, intercalaires, cartons, etc.) ;
- Les équipements électriques présents dans la zone (armoires et coffrets, câbles, etc.) ;
- Etc.

6.1.2.3. Scénarios

Les scénarios de départ de feu identifiés pour cette zone sont les suivants. Par rapport à la zone finition, les nouveaux scénarios sont identifiés en jaune.

Type de départ de feu identifié	Analyse du risque de propagation
Départ de feu sur un petit équipements électrique ou électromécanique ou sur un poste informatique	Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée du fait de l'intensité insuffisante du départ de feu et du manque de combustibles relais.
Départ de feu impliquant le liquide combustible d'un bain de ressuage	Surface de feu limitée à la surface libre du bain (< qq m² lorsque les capotages sont ôtés). Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu écartée si la rétention reste intègre.

Type de départ de feu identifié	Analyse du risque de propagation
Départ de feu impliquant des matériaux de conditionnement (palettes bois, caisses bois, caisses plastiques, intercalaire carton, etc.)	Petit feu local, charges calorifiques impliquées limitées, hormis pour les caisses en matière plastique pouvant donner lieu à un feu en nappe. Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée du fait de l'intensité insuffisante du départ de feu et du manque de combustibles relais.
Départ de feu impliquant des petits matériels sur un poste de travail (bois, papier, matières plastiques, informatique, écrans, etc.)	Petit feu local, charges calorifiques impliquées limitées. Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée du fait de l'intensité insuffisante du départ de feu et du manque de combustibles relais (hormis pour les bureaux du laboratoire).
Départ de feu dans un coffret ou une armoire électrique	Propagation possible aux charges calorifiques à proximité. Généralisation du feu à l'ensemble de la zone finition écartée du fait de l'intensité insuffisante du départ de feu et du manque de combustibles relais (hormis pour les bureaux du laboratoire).
Départ de feu dans une zone bureau du laboratoire	Généralisation possible du départ de feu au laboratoire et aux postes de travail voisins, du fait de le qualité de matière combustible plus importante, et du confinement de la chaleur plus important.

Tableau 6-2 : Scénarios identifiés pour la zone procédés spéciaux

6.1.3. Zone support

Le bâtiment support comprend :

- En RDC une zone vestiaire et restauration ;
- En R+1 une zone de bureaux.

Les sources d'ignition sont principalement d'origine électrique. On retrouve également les sources de risques incendie liées à l'activité de restauration dans les cuisines (risque de feu de cuisine, et de feu de hotte notamment).

Les combustibles présents sont des combustibles standards pour des locaux tertiaires de ce type.

Les scénarios de départ de feu identifiés pour cette zone sont les suivants :

Type de départ de feu identifié	Analyse du risque de propagation
Départ de feu dans un bureau, vestiaire	Propagation du feu possible à l'ensemble du bâtiment support en l'absence de compartimentage interne
Départ de feu dans la zone restauration	Propagation du feu possible à l'ensemble de la zone restauration en l'absence de compartimentage interne

Tableau 6-3 : Scénarios identifiés pour la zone support

6.2. EVALUATION DU POTENTIEL CALORIFIQUE

6.2.1. Zone finition

Trois évaluations de potentiel calorifique sont réalisées :

- Pour un poste de travail de type d'usinage grande vitesse ;
- Pour un poste de travail de type bain de Wadis ;
- Pour un îlot de bureaux.

6.2.1.1. Postes d'usinage

L'organisation des postes de travail les plus importants en termes dimensionnels est prévue sur une trame de surface au sol d'environ 12 m x 12 m, comportant le poste de travail au centre et une circulation périphérique pour le personnel et le matériel en périphérie.

Une évaluation de potentiel calorifique moyen est réalisée pour cette surface de 12 x 12 m² et pourra être étendue aux différents types de poste de travail de type standard.

Postes	Quantitatif estimatif	Charge calorifique unitaire	Charge calorifique
Armoires et coffrets électriques	1 m³	500 MJ/m3	500 MJ
Câbles électriques alimentation et machine	50 kg	30 MJ/kg	1500 MJ
Bois, carton pour le conditionnement des pièces	100 kg	17 MJ/kg	1700 MJ
Caisses plastiques pour le conditionnement des pièces	50 kg	40 MJ/kg	2000 MJ
Consommables sur le poste de travail et petits matériels	50 kg	40 MJ/kg	2000 MJ
Huiles lubrification machine	100 kg	40 MJ/kg	4000 MJ
Divers et non métré	30 % du total	3510 MJ	
TOTAL	**15210 MJ**		
Potentiel calorifique (surface considérée 12 x 12 m²)	**105 MJ/m²**		

Tableau 6-4 : Evaluation du potentiel calorifique pour un poste d'usinage

Nota : La charge calorifique mobilisable des fines et copaux est supposée faible (quelques kilogrammes de matière dans un bac métallique). Elle n'est pas quantifiée et intégrée dans le poste « divers et non métré »

6.2.1.2. Estimation pour un poste travail de type bain de Wadis

La qualité de liquide combustible est pris en compte pour l'estimation.

Postes	Quantitatif estimatif	Charge calorifique unitaire	Charge calorifique
Armoires et coffrets électriques	1 m³	500 MJ/m3	500 MJ
Câbles électriques alimentation et machine	50 kg	30 MJ/kg	1500 MJ
Bois, carton pour le conditionnement des pièces	100 kg	17 MJ/kg	1700 MJ
Caisses plastiques pour le conditionnement des pièces	50 kg	40 MJ/kg	2000 MJ
Consommables sur le poste de travail et petits matériels	50 kg	40 MJ/kg	2000 MJ
Liquide combustible	400 kg	40 MJ/kg	16000 MJ
Divers et non métré	30 % du total	7110 MJ	
TOTAL	**30810 MJ**		
Potentiel calorifique (surface considérée 12 x 12 m²)	**215 MJ/m²**		

Tableau 6-5 : Evaluation du potentiel calorifique pour un poste « Bain de Wadis »

6.2.1.3. Estimation pour un îlot de bureau de la zone de production

L'Eurocode 1 partie 1-2 [8] peut être utilisé pour l'évacuation des charges calorifiques. L'annexe nationale donne une valeur de 450 MJ/m² pour les occupations de type bureau.

6.2.1.4. Synthèse zone finition

Selon le type d'occupation, le potentiel calorifique est estimé comme suit :

Type d'occupation	Potentiel calorifique estimé (MJ/m²)
Postes de travail mécanique	105
Postes de travail « bain wadis »	215
Ilots de bureaux	450

Tableau 6-6 : Potentiel calorifique selon le type d'occupation de la zone finition

6.2.2. Zone « Procédés spéciaux »

Tout comme la zone finition, la zone « Procédés spéciaux », comporte :

- Des postes de travail mécanique (préparation des échantillons) ou zones de contrôles non destructifs, assimilés de façon enveloppe à la charge calorifique d'un poste de travail usinage ;
- Quelques postes de travail avec bain de liquide combustible (ressuage, assimilés à la charge calorifique prise en compte pour les bains Wadis, la quantité de liquide combustible étant identique, soit environ 500 l par poste de travail) ;
- Des zones de bureaux (laboratoires).

L'estimation d'une charge calorifique moyenne est déduite des valeurs estimées précédemment pour la zone finition :

Type d'occupation	Potentiel calorifique (MJ/m²)
Postes de travail mécanique et contrôles non-destructifs	105
Postes de travail « Bain de ressuage »	215
Ilots de bureaux et laboratoire	450

Tableau 6-7 : Potentiel calorifique selon le type d'occupation de la zone Procédés spéciaux

6.2.3. Zone « Support »

La zone support comportant vestiaires, restaurant d'entreprise et bureaux est assimilée à l'activité « bureaux », dont le potentiel calorifique est donné dans l'Eurocode 1 partie 1-2 [8], soit 450 MJ/m².

6.3. EVALUATION DU DEBIT CALORIFIQUE ET DE LA CINETIQUE DE DEVELOPPEMENT DE FEU

Le débit calorifique moyen est évalué selon l'intensité estimé du scénario incendie.

Pour les zones de bureaux, le débit calorifique peut être déduit de l'Eurocode 1 partie 1-2 [8]. Une valeur moyenne de 250 kW/m² est prise en compte. Ce débit calorifique est associé à une cinétique moyenne (toujours en référence à l'Eurocode 1 partie 1-2 [8]). Cette évaluation est également appliquée à la zone de laboratoire.

Pour les ateliers, une valeur de 125 kW/m² est proposée, étant donné le faible potentiel calorifique et la faible quantité de combustibles relais susceptible de concourir au développement de l'incendie. Une cinétique

« lente » est proposée pour les postes de travail, hormis les zones « Bain Wadis » et « Bains de ressuage » pour lesquels une cinétique « rapide » est proposée, afin de tenir compte de la présence de liquides combustibles.

6.4. DUREE DE FEU THEORIQUE

La durée de feu théorique tient compte :

- D'une cinétique de croissance en t^2 ;
- D'une phase décroissance linéaire amorcée lorsque 70 % de la charge calorifique a été mobilisée.

Cette approche est cohérence avec les dispositions données dans l'Eurocode 1 partie 1-2 [8].

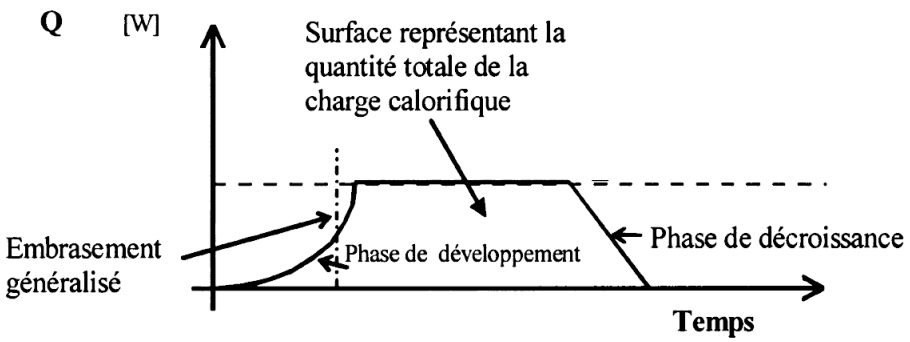

Figure 6-1 : Durée de feu théorique

Zone par zone, l'estimation de la durée de feu théorique est alors la suivante :

Zone	Type d'occupation	Potentiel calorifique (MJ/m²)	Cinétique de croissance de l'incendie	Débit calorifique moyen (kW/m²)	Durée de feu théorique (min)
Finition	Postes de travail mécanique	106	Lente [1]	125	21
	Postes de travail « bain de wadis »	214	Rapide	125	37
	Ilots de bureaux	450	Moyenne	250	41
Procédés spéciaux	Postes de travail mécanique et contrôles non-destructifs	106	Lente	125	21
	Postes de travail « Bain de ressuage »	214	Rapide	125	37
	Ilots de bureaux et laboratoire	450	Moyenne	250	41
Support	vestiaires, restaurant d'entreprise et bureaux	450	Moyenne	250	41

Tableau 6-8 : Caractérisation de la durée de feu théorique selon le type d'occupation

[1] Pour un poste de travail propre, sans copeaux ou fines impliqués dans le départ de feu.

Il est à noter qu'il s'agit d'une durée théorique pour un incendie développé à l'ensemble d'une zone considérée. La propagation possible de l'incendie à d'autres zones n'est pas prise en compte dans cette estimation de durée de feu unitaire pour un poste de travail.

6.5. EVALUATION DU SCENARIO INCENDIE MAJORANT

A la lueur des différents points évoqués précédemment et en particulier du § 6.1, les scénarios d'incendie suivants sont identifiés :

- Pour la zone Finition : Un incendie pourrait concerner par exemple un ou plusieurs postes de travail et un ilot de bureaux (ou un ilot de bureaux et les postes de travail attenants). On retient une propagation à 5 postes de travail, soit une surface en feu simultanée de 5 x 12 x 12 m², soit 720 m² en simultané sur les 8900 m² de la zone. Au-delà, la propagation de l'incendie en simultané est moins vraisemblable, compte tenu du manque de combustibles relais. La zone considérée est néanmoins susceptible de se déplacer au sein du bâtiment, sans pour autant s'étendre en surface en fort simultanément ;
- Pour la zone Procédé spéciaux : Un scénario est proposé sur la totalité de la zone de bureaux (laboratoire et îlots de bureaux), les locaux électriques, ainsi que sur une surface correspondant à celle des postes de travail des bains de ressuage, soit une surface en feu simultanée considérée d'environ 500 m² sur les 1300 m² que comprend la zone. Au-delà, la propagation de l'incendie en simultané est moins vraisemblable, compte tenu du manque de combustibles relais. La zone considérée est néanmoins susceptible de se déplacer, sans pour autant s'étendre en surface en feu fort simultanément ;
- Pour la zone Support (bureaux sur deux niveaux) : En l'absence de compartimentage interne, le scénario feu simultané proposé porte sur l'incendie des 1700 m² en RDC et 1500 m² en étages, soit 3200 m².

Ces scénarios sont représentés sur la figure ci-dessous :

Figure 6-2 : Comparatif de la surface de scénarios incendie. 1 îlot de bureaux + 4 centre d'usinage (à gauche), des bureaux de la zone laboratoire (au centre), incendie de la zone support (à droite)

Le scénario plus pénalisant en termes de surface cumulée est alors celui de la zone support (cf. Figure 6-3). En l'absence de cloisonnement coupe-feu entre la zone support et la zone finition, une propagation du feu doit être prise en compte. Il est proposé de retenir une propagation sur la largeur d'un îlot de postes de travail. Cette surface représente 12 x 110 m, soit 1320 m² (cf. Figure 6-4).

En l'absence de recoupement, la propagation de fumées est possible dans le bâtiment finition et dans le bâtiment procédé spéciaux. La surface en feu simultané considérée est néanmoins enveloppe compte tenu des charges calorifiques pouvant relayer la propagation du feu.

Le scénario incendie majorant est alors un incendie sur une surface de 3200 + 1320 m² = 4 520 m². Ce scénario est représenté sur la Figure 6-5:

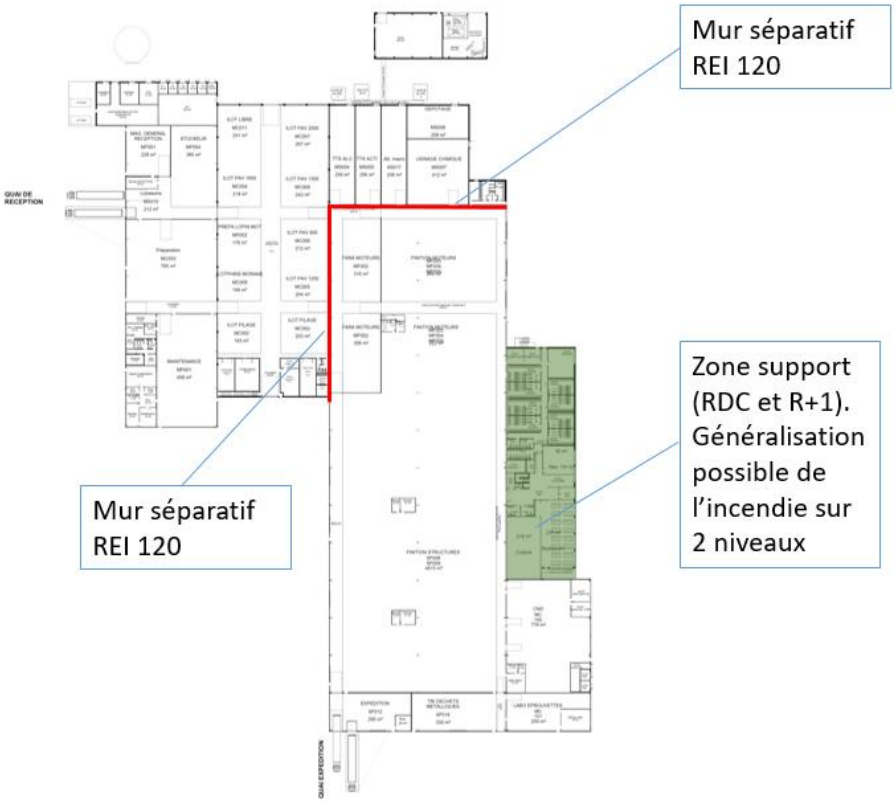

Figure 6-3 : Surface en feu dans la zone support

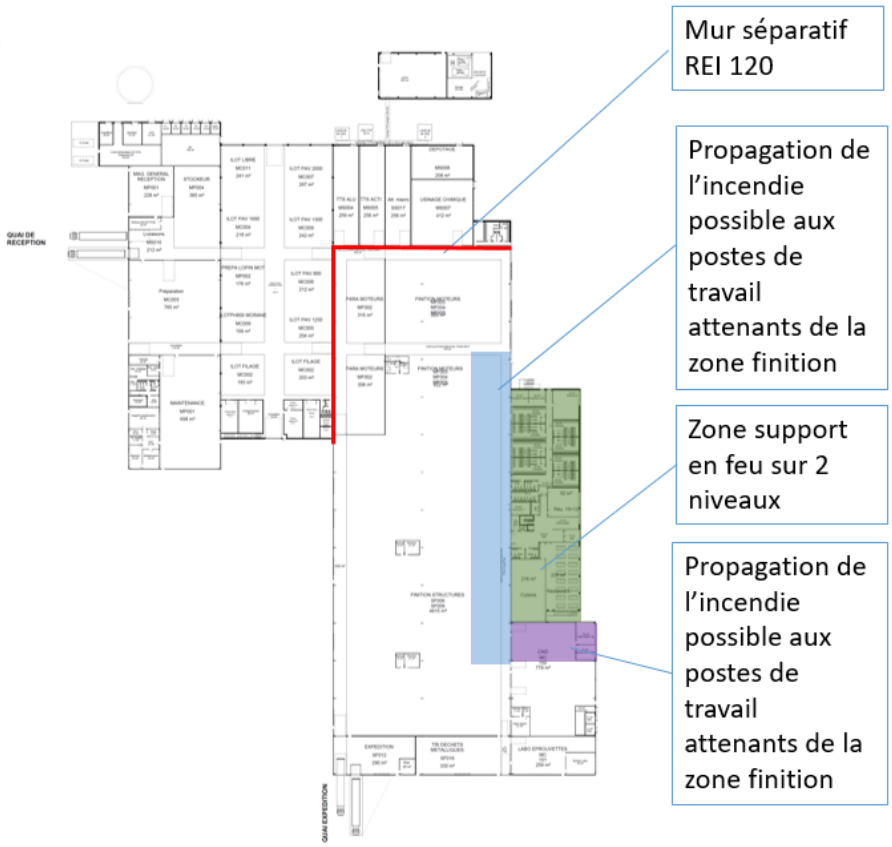

Figure 6-4 : Surface en feu dans la zone support avec propagation aux zones attenantes (en bas)

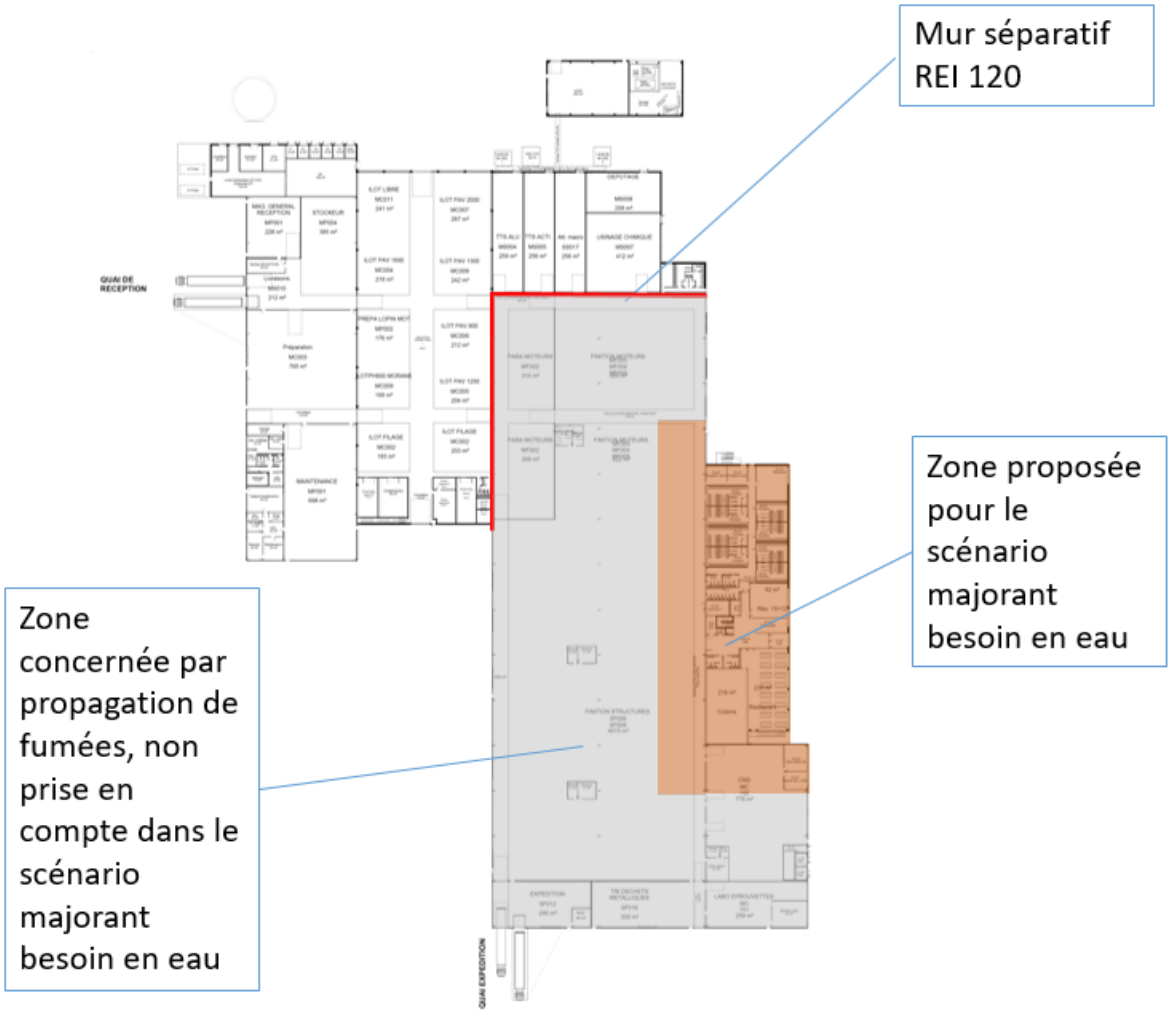

Figure 6-5 : Proposition de surface en feu pour le scénario majorant des besoins en eau incendie

6.6. IMPACT SUR LE DIMENSIONNEMENT DES BESOINS EN EAU

Le dimensionnement des besoins en eau est réalisé en tenant compte :

- De la surface couverte par une lance à main (500 m²) ;
- Du débit requis pour l'alimentation en eau d'une telle lance (30 m³/h) ;
- De la surface identifiée pour le scénario majorant au sein des zones finition et zone support.

Pour une surface de 4520 m² (arrondi à 500 m² au-dessus, soit 5000 m²), cela correspond à un besoin en eau de 300 m³/h.

La durée de feu théorique calculée n'étant pas supérieure à 2 h, il n'y a pas de raison de remettre en cause la durée de 2 h prise en compte usuellement en application du document D9 [10], soit une quantité d'eau de 600 m³.

6.7. FLUX THERMIQUES

Conformément au règlement départemental, les flux thermiques doivent rester inférieurs à :

- < 5 kW/m² au niveau des voies engins pompier ;
- < 3 kW/m² au niveau des hydrants et bâches d'eau incendie.

Le plan suivant est pris en compte pour la vérification de conformité à cette exigence (légende ci-dessous et plan en page suivante) :

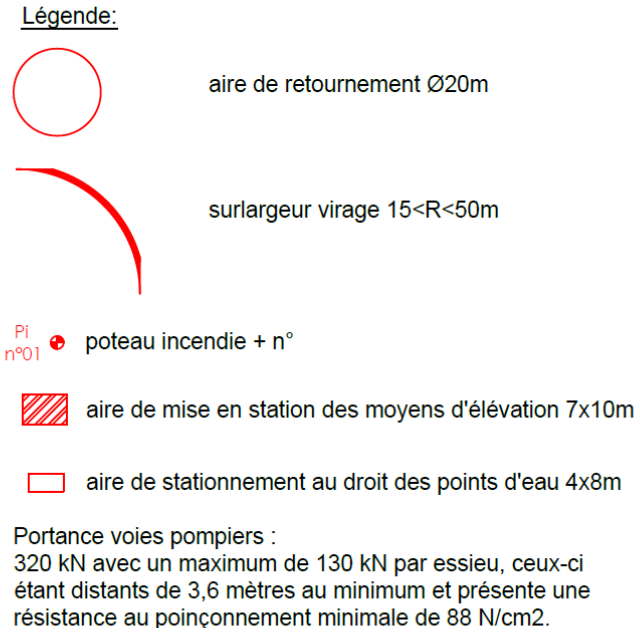

Figure 6-6 : Légende du plan des emplacements pompiers [6]

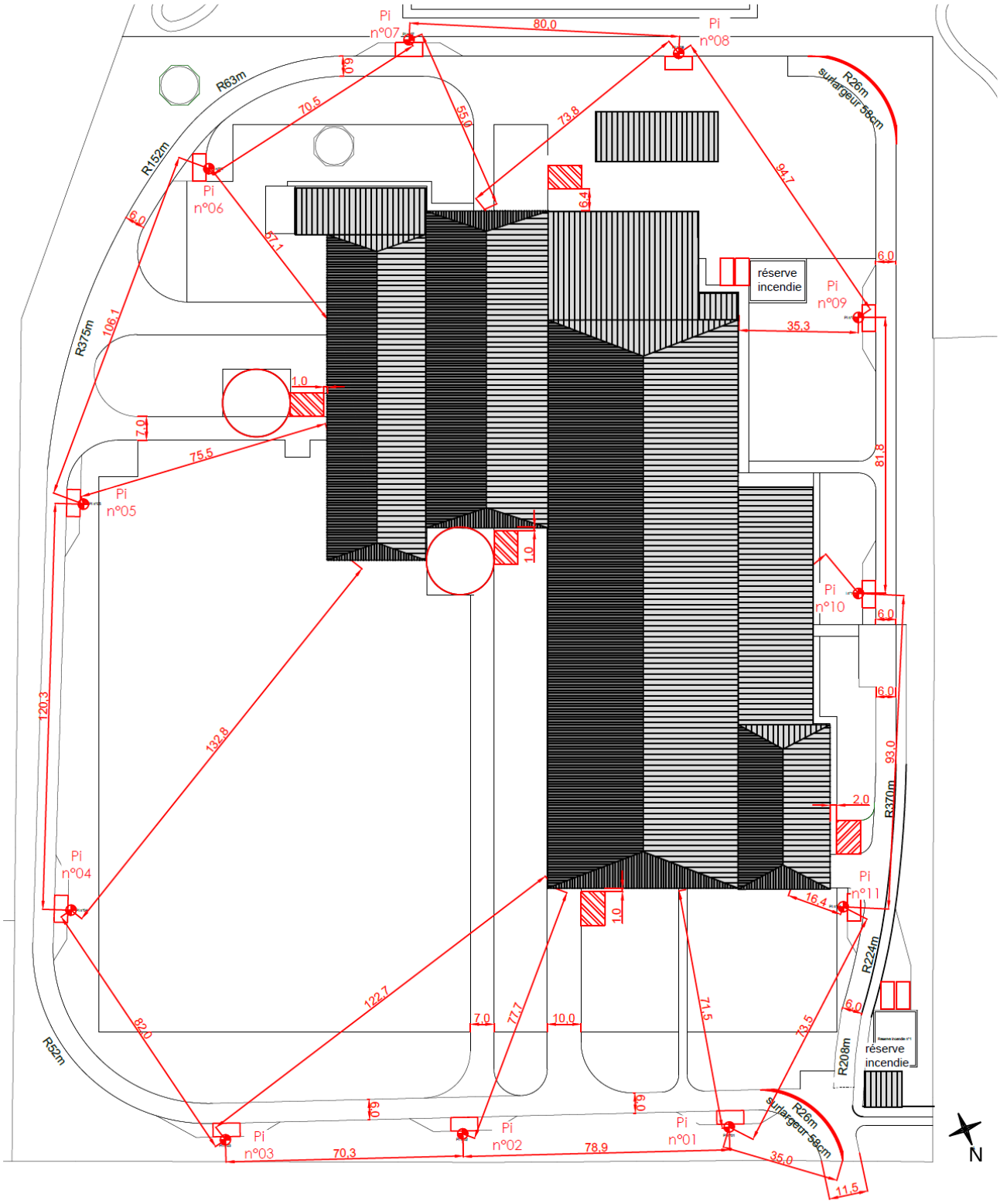

Figure 6-7 : Plan des emplacements pompiers [6]

Pour les façades Nord, Est et Sud, l'implantation de la voie engin et des poteaux incendie est suffisamment éloignée de la façade (> 50 m). Par ailleurs, il n'y a pas de stockage important de matériaux combustibles susceptibles de générer des flux thermiques. Il n'est alors pas nécessaire de réaliser de calcul, les flux reçus sont inférieurs à 5 kW/m².

Pour la façade Ouest, une zone sensible est identifiée (cf. figure ci-après).

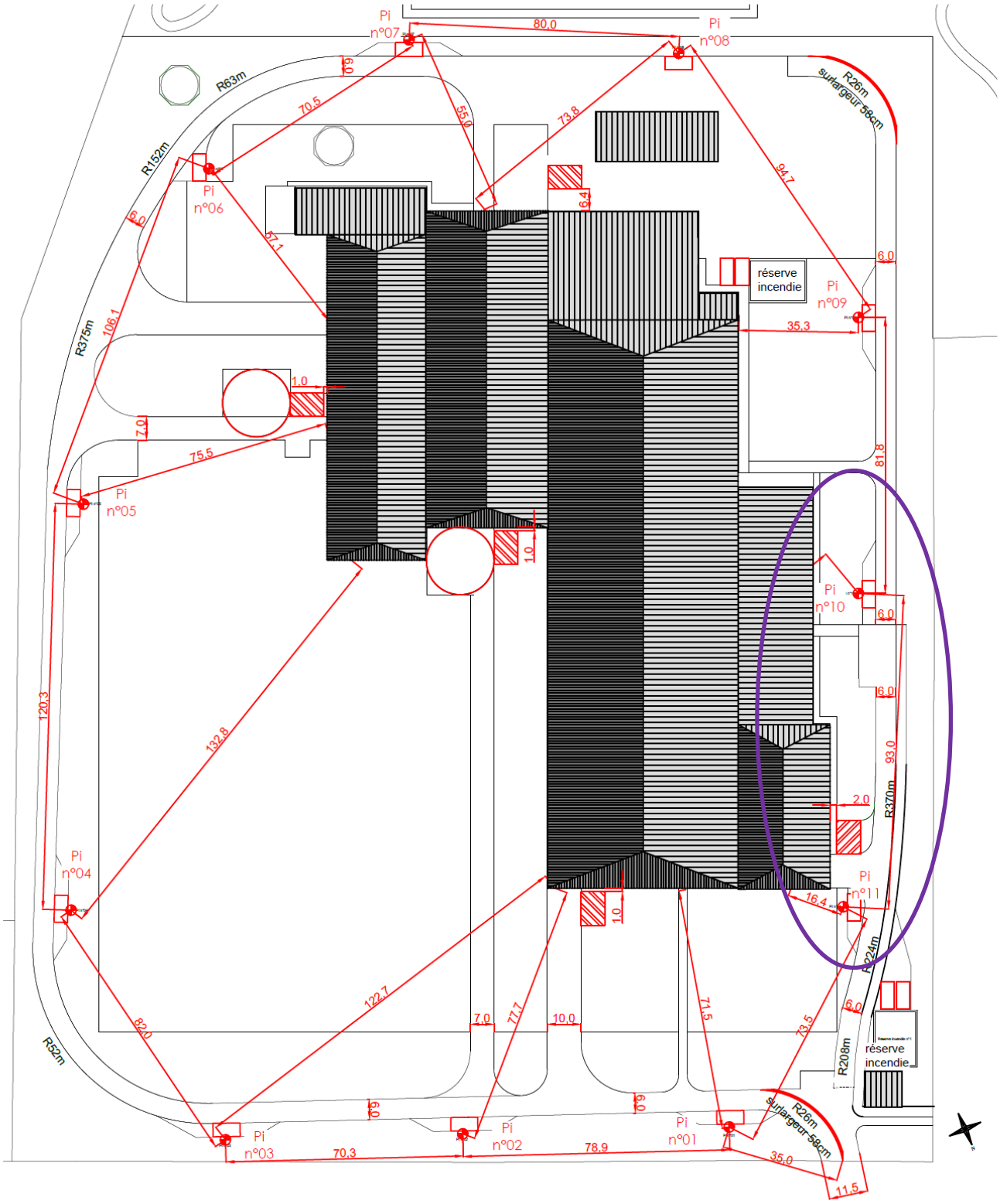

Figure 6-8 : Emplacement pompiers les plus proches de la façade Ouest (en violet)

Cette zone comprend deux poteaux incendie et une voie engin proches de la façade Ouest. Un calcul des flux thermiques est réalisé pour cette zone. Il est présenté en Annexe B.

Les résultats du calcul réalisé sont synthétisés dans le tableau suivant qui présente les distances d'effet à 5 et 3 kW/m², définis comme seuil pour les emplacements pompiers :

	Zone « Procédés spéciaux » En angle	Zone « Procédés spéciaux » Au centre	Zone « Support » Au centre
5 kW/m²	5 m	9 m	10 m
3 kW/m²	8 m	13 m	16 m

Figure 9 : Synthèse du calcul de flux thermique

Les distances d'effet sont alors représentées sur la figure ci-dessous :

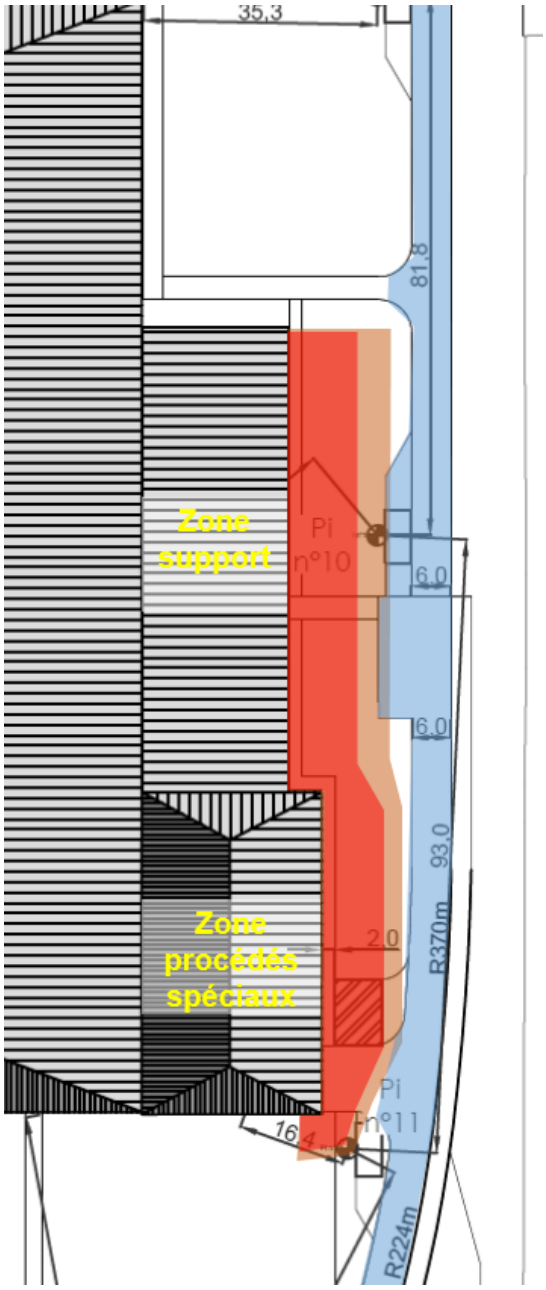

Figure 6-10 : Flux thermiques > 5 kW/m² (en rouge) et > 3 kW/m² (en orange)

On constate que les deux poteaux incendie sont trop proches de la façade (poteaux situés dans la zone des 3 kW/m²). En revanche la voie engin est suffisamment éloignée de la façade (flux reçu < 5 kW/m²).

Un déplacement des deux poteaux hors zone des 3 kW/m² est nécessaire pour satisfaire à l'exigence du règlement départemental.

7. CONCLUSION

Dans le cadre du projet Forge 2022, une analyse de risque incendie a été réalisée sur la zone finition et sur les locaux attenants non recoupés (zones procédés spéciaux et support).

Cette analyse avait pour objet de dimensionner les besoins en eau d'extinction, par une méthode alternative à celle du document D9 [10].

En tenant compte de l'évaluation du risque incendie réel dans la zone, le débit d'eau déterminé est alors de 300 m^3/h et la quantité d'eau requise de 600 m^3.

Sous réserve d'un avis favorable par les autorités, cette quantité d'eau pourra être prise en compte pour le dimensionnement des bâches incendie du site pour le dimensionnement des bassins de rétention.

L'étude a également permis de vérifier les flux thermiques sur les emplacements pompiers. Deux poteaux incendie sont à déplacer en dehors de la zone d'effet définie en Figure 6-10 pour une mise en conformité avec l'exigence du règlement départemental.

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale

ANNEXE A POSTES DE TRAVAIL EXISTANTS

L'annexe distingue les postes de travail liés aux opérations de finitions (§ A.1) et aux procédés spéciaux (§ A.2).

A.1 FINITION

Figure 11 : Poste d'usinage

Figure 12 : Poste d'usinage

Figure 13 : Poste d'usinage

Figure 14 : Poste d'usinage

Figure 15 : Ilot de bureau au sein de la zone finition

Figure 16: Stockage d'huile machine

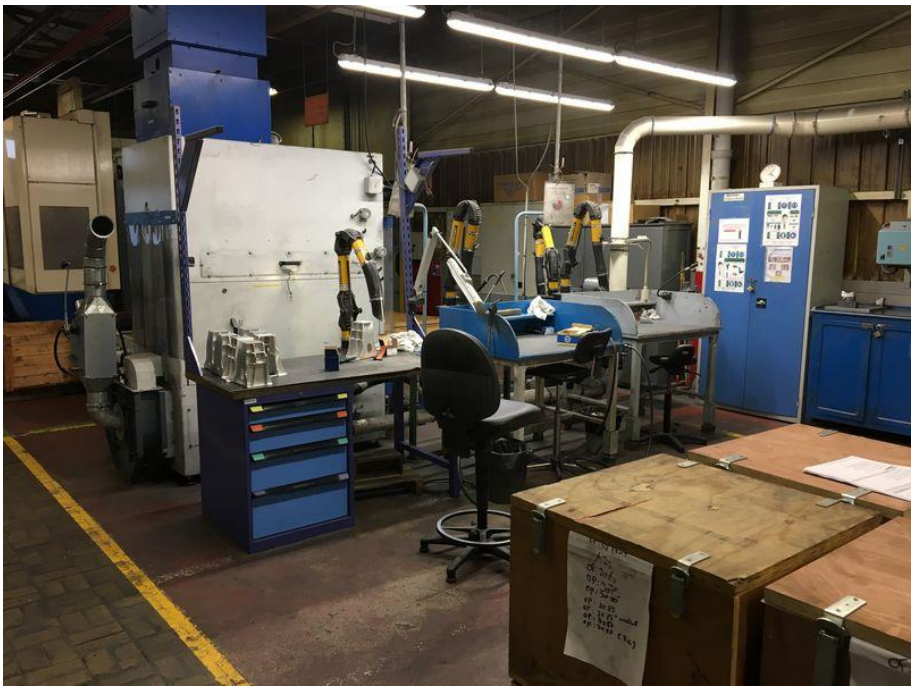

Figure 17 : Postes de parachèvement CQU

Figure 18 : Postes d'usinage grande vitesse

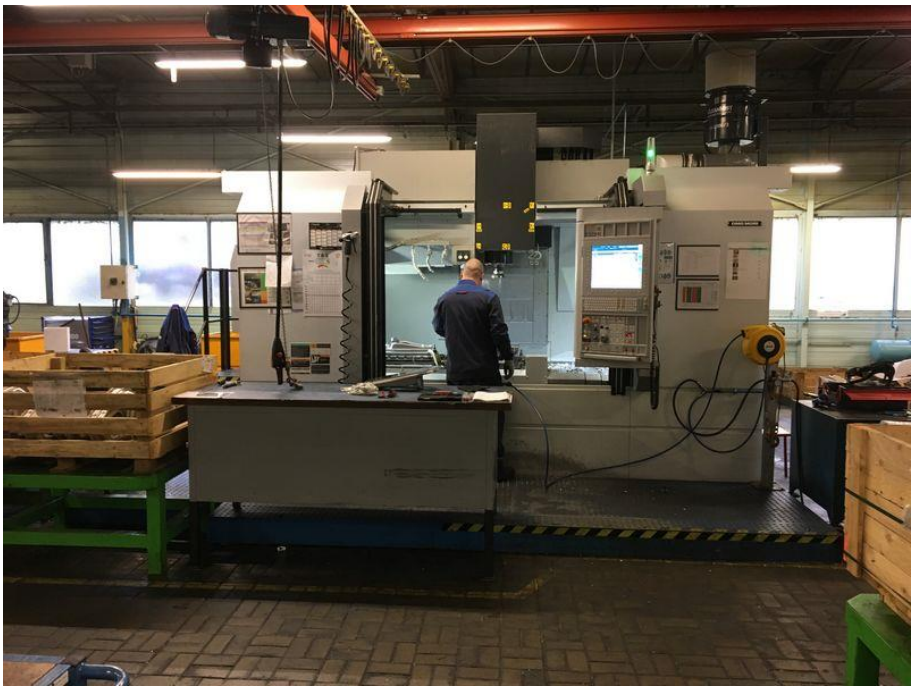

Figure 19 : Poste d'usinage grande vitesse

Figure 20 : Poste de travail avec touret à bande

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale

Figure 21 : Poste de grenaillage

Figure 22: Poste de sablage

Figure 23 : Filtre de dépoussiérage

Figure 24 : Poste de parachèvement acier, titane

Figure 25 : Exemple de conditionnement en bacs plastique

Figure 26 : Poste de tribo-finition

Figure 27 : Transpalette électrique et conditionnements bois/plastique

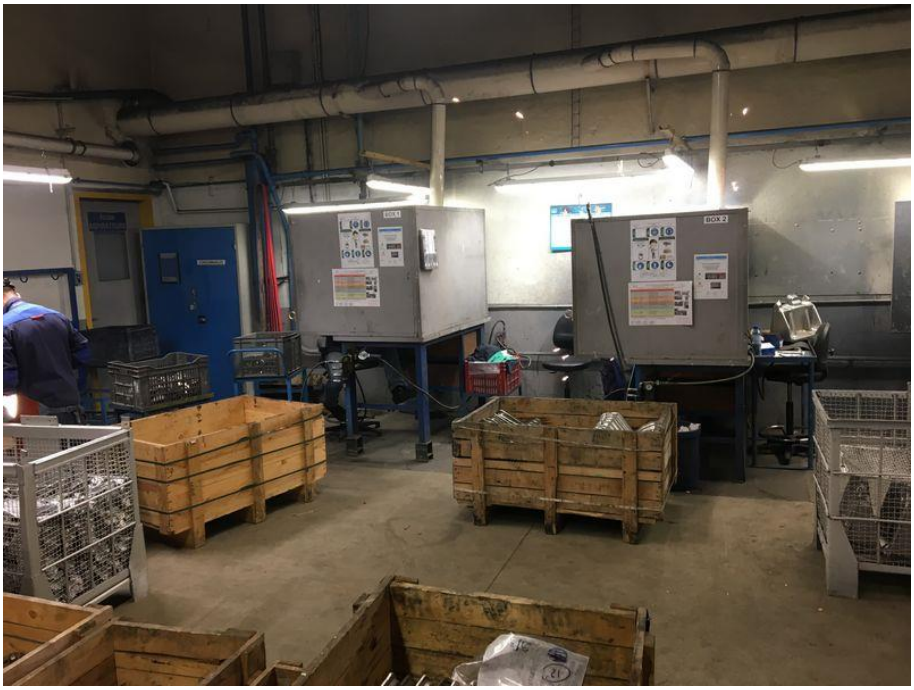

Figure 28 : Poste de parachèvement

Figure 29 : Exemples de conditionnement en bacs plastique

Figure 30 : Postes de parachèvement

Figure 31 : Poste de parachèvement

Figure 32 : Bain de graissage « Wadis »

Figure 33 : Exemple de conditionnements

A.2 PROCEDES SPECIAUX

Figure 34 : Poste de contrôles dimensionnels

Figure 35 : Atelier éprouvette, scie

Figure 36 : Equipements du laboratoire

Figure 37 : Contrôles non destructifs : Chaîne de ressuage (bain)

Figure 38 : Contrôles non destructifs : Contrôle par ultrasons

Figure 39 : Equipements de laboratoire (hotte et armoires)

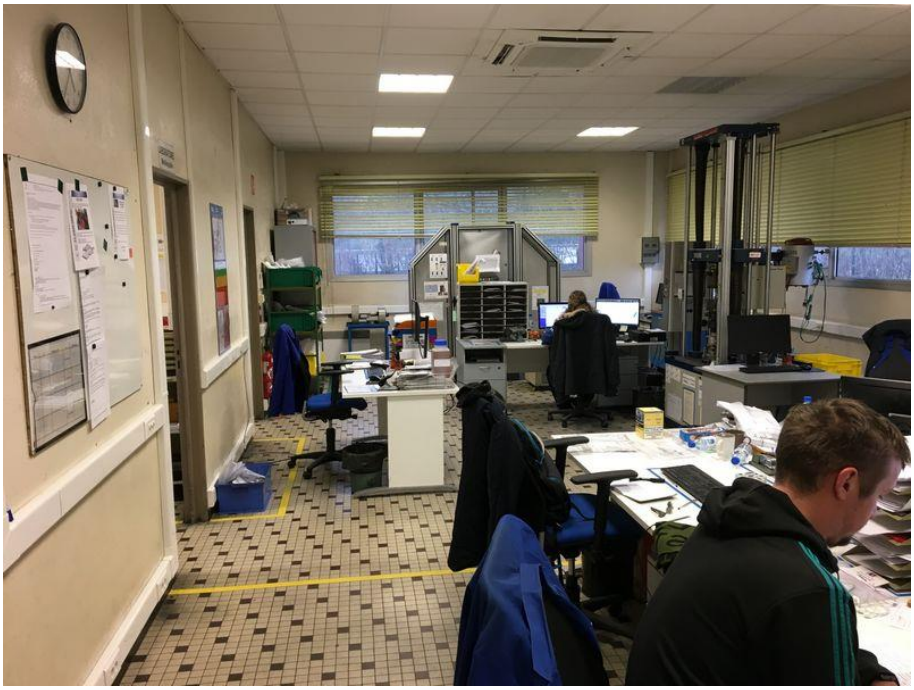

Figure 40 : Laboratoire

ANNEXE B CALCUL DES FLUX THERMIQUES RAYONNES

B.1 OBJET

Cette annexe a pour objet d'estimer les flux thermiques rayonnés pour le scénario majorant, et d'analyser l'impact de ces flux thermiques sur les voies engins et équipements destinés à l'intervention des secours et à la défense extérieure contre l'incendie.

B.2 CALCULS DES DIMENSIONS DES FLAMMES POUR LE SCENARIO MAJORANT

La méthode de calcul Flumilog, utilisée pour les entrepôts couverts classés à la rubrique n° 1510 de la nomenclature des installations classées, n'est pas adaptée ici. En effet, cette méthode est adaptée pour des feux de stockage de palettes logistiques, ce qui n'est pas le cas ici.

Il est alors proposé d'utiliser la méthode dite des « flammes extérieures », donnée en annexe B de l'Eurocode 1 partie 1-2 [8].

Le calcul est réalisé pour les zones en façade Ouest les plus sensibles, compte tenu de la proximité de la voie engin et de deux poteaux incendie.

Elle correspond au scénario incendie de la zone « procédés spéciaux » et de la zone « Support » sur deux niveaux. Deux calculs sont réalisés, un pour chaque zone.

Les calculs sont réalisés en postulant la présence de sorties de flammes en façade au niveau des vitrages (non résistants au feu, donc plus vulnérables que les bardages métalliques isolés mis en œuvre en toiture et en façades). Des conditions de ventilation naturelle sont pris en compte, avec des sorties de flammes par les surfaces vitrées (surfaces les plus vulnérables à l'incendie).

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale

B.2.1 Zone « Procédés spéciaux »

La vue en élévation suivante est prise en compte pour la façade Ouest :

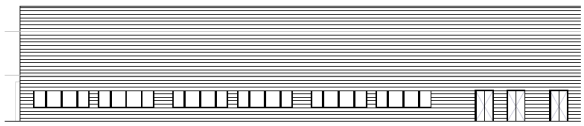

Figure 41 : Elévation de la façade Ouest, zone « Procédés Spéciaux »

Le compartiment en feu représente une surface de 1 300 m² sur une hauteur de 4 m. Le scénario proposé tient compte de sorties de flammes par les fenêtres en façade Ouest.

Un potentiel calorifique moyen de 219 MJ/m² est pris en compte, tenant compte de la répartition suivante du potentiel calorifique au sein de la zone « procédés spéciaux » :

Type d'occupation	% d'occupation de la surface estimé	Potentiel calorifique estimé [2] (MJ/m²)
Postes de travail mécanique et contrôles non-destructifs	50 %	105
Postes de travail « Bain de ressuage »	25 %	215
Ilots de bureaux et laboratoire	25 %	450
Moyenne de la zone « Procédés spéciaux »	100 %	219

Tableau 7-1 : Potentiel calorifique moyen de la zone « Procédés spéciaux »

Les flammes sortent par les fenêtres en façade Ouest de hauteur 1,4 m et largeur cumulée 29 m. Une hauteur de flammes de 3,9 m est calculée par la méthode des flammes extérieures. La température de flamme calculée est de 950 °C. Le coefficient d'émissivité des flammes est de 0,25.

Nota : Dans une phase ultérieure, un effondrement des structures, de la toiture ou des façades n'est pas exclu (les structures n'ayant pas de stabilité au feu sous incendie conventionnel). Contrairement au cas d'un entrepôt, ce scénario n'est pas pris en compte pour le dimensionnement des effets de flux thermiques. En effet les charges calorifiques sont ici limitées, et l'effondrement des structures aurait tendance à « étouffer » le feu et à masquer les flammes, plutôt qu'à favoriser son développement et les sorties de flammes.

B.2.2 Zone « Support »

La vue en élévation de la façade Ouest de la zone support est présentée ci-dessous :

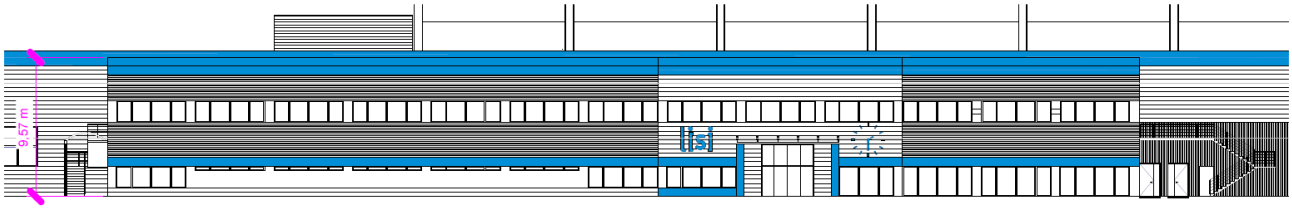

Figure 42 : Elévation de la façade Ouest, zone « Support »

Au niveau RDC, on tient compte d'un incendie dans la zone restaurant et de sorties de flammes par les châssis vitrés en façades. La zone vestiaires ne comporte pas d'ouvrants permettant des sorties de flammes importantes vers l'extérieur.

La figure ci-après présente les surfaces vitrées au RDC (restaurant) et R+1 (Bureaux).

[2] Se rapporter à l'estimation réalisée dans le présent rapport au § 6.2.

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale

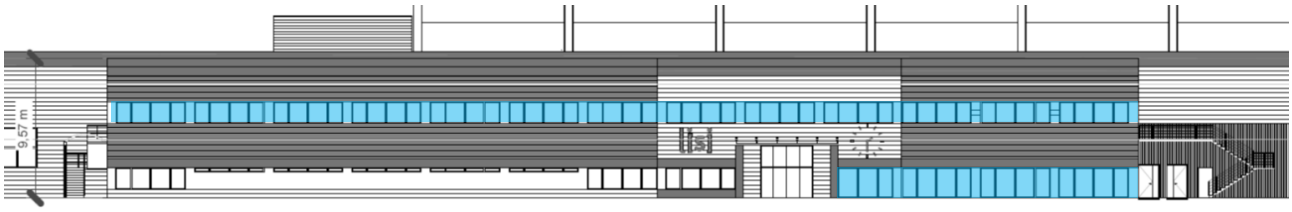

Figure 43 : Surfaces vitrées au RDC et R+1

L'incendie est développé sur une surface de 235 m² pour le restaurant et 218 m² pour la cuisine. Les châssis vitrés ont une hauteur de 2,1 m et une largeur cumulée de 20 m. La hauteur du niveau est de 3,5 m. Le potentiel calorifique est de 450 MJ/m². La hauteur de flammes calculée par la méthode des flammes extérieures est alors de 3,3 m. La température et l'émissivité des flammes issues du calcul sont sensiblement identiques au cas précédent.

Au niveau R+1, on tient compte d'un incendie développé dans l'ensemble des bureaux (1500 m²). Les châssis vitrés ont une hauteur de 1,4 m sur la totalité de la largeur de la zone. Le potentiel calorifique est de 450 MJ/m². La hauteur de flammes calculée est de 5,1 m.

B.3 FLUX EN FONCTION DE LA DISTANCE

Les flammes sont assimilées à une surface verticale (mur de flammes), pouvant être décalée en hauteur par rapport au sol.

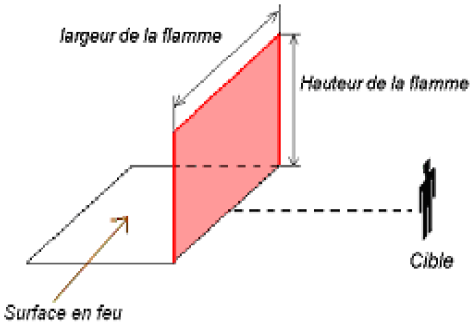

Figure 44 : Principe de la méthode de calcul dite du « mur de flammes »

Les flux sont déterminés par un calcul analytique des facteurs de forme entre le mur de flamme et une cible située devant celui-ci, comme l'illustre la figure précédente.

L'émittance moyenne des flammes (en kW/m²) est déterminée à l'aide de la température de flamme et de son coefficient d'émissivité, donnés par la méthode des flammes extérieurs.

Les flux sont calculés à hauteur d'homme (1,8 m), au centre ou au bord du mur de flammes.

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale

B.3.1 Zone « Procédés spéciaux »

Le mur de flammes a pour hauteur 3,9 m, largeur 29 m et émittance 31 kW/m². Il est décalé en hauteur de 1,4 m (hauteur de l'allège des châssis vitrés). Les flux thermiques en fonction de la distance sont les suivants :

Distance flamme-cible (m)	Flux reçu au centre de la flamme (kW/m²)	Flux reçu au bord de la flamme (kW/m²)
1	24.2	12.1
2	18.4	9.3
3	14.3	7.2
4	11.4	5.9
5	9.3	4.9
6	7.8	4.1
7	6.5	3.5
8	5.6	3.1
9	4.8	2.7
10	4.1	2.4
11	3.6	2.2
12	3.2	2.0
13	2.8	1.8
14	2.5	1.6
15	2.2	1.5
16	2.0	1.4
17	1.8	1.3
18	1.6	1.2
19	1.5	1.1
20	1.3	1.0
21	1.2	0.9
22	1.1	0.9
23	1.0	0.8
24	1.0	0.8
25	0.9	0.7
26	0.8	0.7

Figure 45 : Flux thermiques calculés devant la zone « Procédés spéciaux »

Le flux reçu au bord correspond à l'angle du bâtiment, dans la zone où est implanté un poteau incendie.

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale

B.3.2 Zone « Support »

Deux murs de flammes aux niveaux RDC et R+1 sont considérés en façade Ouest du bâtiment :

- RDC : Le mur de flammes a pour hauteur 3,3 m, largeur 20 m et émittance 31 kW/m². Il est décalé en hauteur de 0 m.
- R+1 : Le mur de flammes a pour hauteur 5,1 m, largeur 70 m et émittance 31 kW/m². Il est décalé en hauteur de 5 m.

Les flux thermiques en fonction de la distance sont les suivants. Il n'est pas ici nécessaire de calculer le flux au bord de la flamme (en angle), car il n'y a pas de cible dans cette zone.

Distance flamme-cible (m)	Flux reçu au centre de la flamme (kW/m²)
1	16.7
2	13.1
3	10.6
4	9.0
5	7.9
6	7.0
7	6.3
8	5.7
9	5.2
10	4.7
11	4.4
12	4.0
13	3.8
14	3.5
15	3.3
16	3.0
17	2.9
18	2.7
19	2.5
20	2.4
21	2.3
22	2.1
23	2.0
24	1.9
25	1.8
26	1.7

Figure 46 : Flux thermiques calculés devant la zone « Support »

B.4 SYNTHESE

Les résultats obtenus sont les suivants. Ils synthétisent les distances d'effet pour les flux de 5 et 3 kW/m² définis comme seuil pour les emplacements pompiers :

	Zone « Procédés spéciaux » En angle	Zone « Procédés spéciaux » Au centre	Zone « Support » Au centre
5 kW/m²	5 m	9 m	10 m
3 kW/m²	8 m	13 m	16 m

Figure 47 : Synthèse du calcul de flux thermique